

Swedish patent no. 509685

“A separator for separation of liquid from a mixture of gas and liquid”

English translation of “Abstract”

Translation date: October 27, 2004 (Håmsø Patentbyrå ANS, Sandnes, Norway)

A separator (1) for separation of liquid and gas of a two-phase mixture. The separator includes a pipe that is open in both ends, and that is divided into a lower part (a) including a device (2) for providing rotation of the ingoing two-phase mixture; a middle part (b) for discharging the liquid separated from the two-phase mixture; and an upper part (c) for discharging the gas. The separator (1) is provided with a multitude of apertures (3) for evacuating the separated liquid. The apertures (3) are provided only in a circular cylindrical part of the middle part (b).

This Page Blank (uspto)

(19) SE

(51) Internationell klass 6
B01D 45/14, B04C 3/06
// G21C 15/16

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET

(45) Patent meddelat 1999-02-22
(41) Ansökan allmänt tillgänglig 1998-10-16
(22) Patentansökan inkom 1997-04-15
(24) Löpdag 1997-04-15
(62) Stamansökans nummer
(86) Internationell ingivningsdag
(86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
(83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer 9701386-6

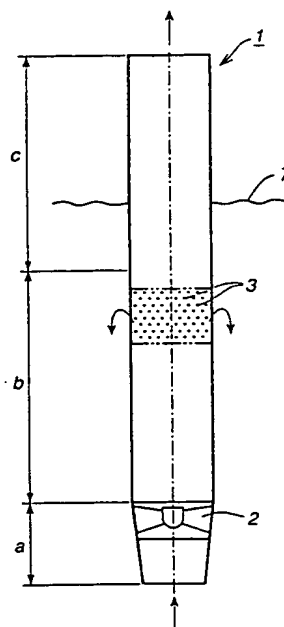
Ansökan inkommen som:

- ☒ svensk patentansökan
☐ fullföljd internationell patentansökan
med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan
med nummer

(30) Prioritetsuppgifter
- -

(73) PATENTHAVARE ABB Atom AB, 721 63 Västerås SE
(72) UPPFINNARE Ingemar Greis, Västerås SE, Hans Kornfeldt, Västerås SE,
Jerzy Marcinkiewicz, Västerås SE
(74) OMBUD Katarina Lundblad Vannesjö
(54) BENÄMNING Separator för avskiljande av vätska från en blandning av
gas och vätska
(56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER:
US A 5 602 925 (55:457)

(57) SAMMANDRAG: Separator (1) för åtskiljande av vätska och gas i en
tvåfasblandning. Separatoren innefattar ett i båda ändar
öppet rör som indelas i en nedre del (a) innefattande
organ (2) för åstadkommande av rotation av den inkommande
tvåfasblandningen, en mellandel (b) för utlopp av den
från tvåfasblandningen avskilda vätskan och en övre del
(c) för utlopp av gasen. Separatoren (1) är utförd med ett
flertal öppningar (3) för evakuering av den avskilda
vätskan. Öppningarna (3) är endast anordnade i en
cirkulär cylindrisk del av mellandelen (b).



This Page Blank (uspto)

5 TEKNISKT OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser en separator för att åtskilja de båda faserna i en blandning av gas och vätska. Separatoren är speciellt lämpad för separation av ånga och vatten i vattenkylda kärnreaktorer. Separering sker i syfte att till efterföljande turbiner för elkraftsproduktion i möjligaste mån föra enbart ånga. I praktiken anordnas ett flertal likadana separatorer för att avskilja vattnet och leda bort detta till lämpligt mottagande organ.

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

En viktig faktor att ta hänsyn till vid konstruktion av en separator för separation av gas från en vätska i t ex en kärnreaktor är att gasen, närmare bestämt ångan, som lämnar separatoren ska vara så fri från vätska, närmare bestämt vatten, som möjligt. En annan viktig faktor är att tryckfallet över separatoren ska hållas så lågt som möjligt. Separeringsförmågan ökar ju högre rotation som åstadkoms i tvåfasblandningen. Ju högre rotation som åstadkoms i tvåfasblandningen desto högre blir tryckfallet över separatoren. De två ovan nämnda faktorerna, hög separation och lågt tryckfall, har således motverkande effekt.

SE 373 451 visar (se figur 1 i föreliggande patentansökan) en separator 1 som indelad i delar uppvisar en nedre del a, en mellandel b och en övre del c. Den nedre delen innefattar ett bladdon 2 för åstadkommande av rotation av en inkommande tvåfasbland-

ning anordnad att strömma uppåt genom separatorn 1. Genom att sätta rotation på den inkommande tvåfasblandningen med bladdonet 2 åstadkoms en vätskefilm längs med separatorns 1 inre vägg, främst i separatorns mellandel

5 b. Genom vätskefilmen åstadkoms ett utdrivningstryck som är nödvändigt för att evakuera avskild vätska genom ett primäravlopp.

I mellandelens b är anordnat organ för primäravloppet, dvs evakuering av den huvudsakliga delen av den avskilda vätskan i tvåfasblandningen. Mellandelen b är utförd som ett rör med en rak cirkulär cylindrisk del och en del som är avsmalnande i strömningsriktningen utgörande en konisk del med i huvudsak cirkulärt tvärsnitt. Mellandelen b är

10 i den koniska delen försedd med ett flertal öppningar 3 utgörande organet för evakuering av den avskilda vätskan till utsidan av mellandelen.

15

Den övre delen c är anordnad för bortledande av den avskilda gasen. Den övre delen c är utförd som ett rör med en uppströms anordnad i huvudsak rak cirkulär cylindrisk del och en nedströms anordnad del som utvidgas i strömningsriktningen. Den cirkulär cylindriska delen av den övre delen är delvis anordnad inskjuten i mellandelen b

20 med en längd som är större än den koniska delens utsträckning. Den övre delen c är koaxiellt anordnad i förhållande till mellandelen b.

25

Ett yttre, i huvudsak cirkulär cylindriskt hölje 4 är anordnat omslutande den nedre delen a, mellandelen b och den övre delen c så att en ringformig spalt 5 bildas mellan höljet 4 och separatorn 1. Spalten 5 utgör returpassage för vätska som evakuerats genom öppningarna 3 i mellandelen b.

30

SE 502 765 visar (se figur 2 i föreliggande patentansökan) en separator 1 av samma typ som den ovan beskrivna men här är mellandelen b försedd med öppningar 3 både i den koniska och i den cirkulär cylindriska delen. Öppningar 3 är anordnade även i den cirkulär cylindriska delen för att medge ett större öppningstvärsnitt än vad som är praktiskt möjligt att åstadkomma i den koniska delen.

Nackdelen med de ovan beskrivna separatorerna är att det utdrivningstryck som gör att vätska evakueras genom öppningarna är lägre ju högre upp i den koniska delen öppningarna är anordnade. Att utdrivningstrycket blir lägre i den koniska delen än i den cirkulär cylindriska delen beror på att i vätskefilmen råder isobar ytor där trycket är konstant. Tryckfördelningen i vätskefilmen är sådan att trycket ökar med avståndet från separatorns centrum. Trycket är således störst i den isobar yta som är anordnad närmast separatorns vägg. I den koniska delen av separatorn beskärs dock de isobar ytor som är anordnade närmast separatorns vägg i den cirkulär cylindriska delen varvid det tryck som råder i vätskefilmen för att driva ut vätskan minskas ju högre upp i den koniska delen tvåfasblandningen kommer. Med andra ord minskas utdrivningseffekten ju högre upp i den koniska delen vätskan transporteras.

En annan nackdel med de ovan beskrivna separatorerna uppträder främst i de fall gasflödet är mycket stort. I den koniska delen kan ett högt gasflöde tunna ut och trycka undan eller separera vätskefilmen varvid evakueringsöppningarna friläggs och gas kan strömma ut genom öppningarna 3. Detta förhållande beskrivs med begreppet "carry-under" som anger hur stor andel av gasen som evakueras tillsammans med den avskilda vätskan genom öppningarna i separatorns vägg. Då trycket i vätskefilmen minskar ökar "carry-under"-värdet. En strävan vid

konstruktion av en separator är att ha ett så lågt "carry-under"-värde som möjligt, dvs att så lite gas som möjligt evakueras med vätskan.

- 5 En annan nackdel med de kända separatorerna är att evakueringsöppningarna i den koniska delen ensamma och tillsammans med inloppsmynningen till den övre delen begränsar separatorns driftområde genom att utrymmet för vätskefilmen begränsas. Vätskefilmens tjocklek är en
- 10 funktion av storleken på de gas- och vätskeflöden som passerar separatorn. Den på grund av rotationen bildade vätskefilmen längs med separatorns inre vägg kan erhålla en betydande tjocklek varvid vätskefilmens inre yta kan komma att tangera inloppsmynningen till separatorns övre
- 15 del. I det fall vätskefilmen kommer att tangera inloppsmynningen till separatorns övre del ökar andelen vätska som lämnar separatorn tillsammans med gasen dramatiskt. Ett begrepp som beskriver andelen vätska som lämnar separatorn tillsammans med gasen är det så kallade "carry-over"-värdet. Det är en strävan vid konstruktion av en
- 20 separator att hålla "carry-over"-värdet så lågt som möjligt.

- Föreliggande uppfinning avser en separator med en i jämförelse med kända separatorer förbättrad utdrivnings-effekt av de utseparerade faserna.
- 25

UPPFINNINGEN

- 30 Enligt föreliggande uppfinning utformas en separator för genomströmning av en tvåfasblandning, gas och vätska, där separering av de två faserna åstadkoms. Separatorn enligt uppfinningen innefattar ett i båda ändar öppet rör som indelas i en nedre del, en mellandel och en övre del. Den
- 35 nedre delen är avsedd för inlopp och rotation av tvåfasblandningen. Rotationen åstadkoms med ett konventionellt

bladdon. Mellandelen är utformad för avskiljning av vätskan från gasen. Den övre delen är avsedd för utlopp av den avskilda gasen. Mellandelen är försedd med ett flertal öppningar i den cirkulär cylindriska väggen. Genom att utforma separatorn med öppningar endast i en rak cirkulär cylindrisk del skapas en likformig tryckdifferens över utloppstvärsnittet, dvs över de öppningar genom vilka den avskilda vätskan evakueras. Närmare bestämt skapas ett utdrivningstryck som är lika stort vid varje öppning för evakurering av vätska. Den likformiga tryckdifferensen över utloppstvärsnittet innebär att utdrivningseffekten ökas i jämförelse med känd teknik. Detta effektivare utnyttjande av utloppstvärsnittet medger också att nivån på de ovan definierade "carry-over"-respektive "carry-under"-värdet kan hållas nere.

En annan fördel med att utforma separatorn med öppningar endast i en cirkulär cylindrisk del är att öppningarnas storlek, placering och utbredning enkelt kan anpassas till aktuella gas- och vätskeflöden.

Den övre delen av separatorn utgör huvudsakligen en transportsträcka för den utseparerade gasen och har ingen primär påverkan på separeringsförmågan hos separatorn och kan därför ges en godtycklig utformning. Den övre delen kan t ex vara rak cirkulär cylindrisk eller konisk. En fördel med att utforma hela separatorröret med en i huvudsak rak cirkulär cylindrisk form är att det är väsentligt enklare att tillverka en sådan separator än de kända separatorerna genom att ingen konisk del behöver ingå, än mindre en konisk del med öppningar. Den koniska delen är geometriskt begränsad varvid det är svårare att beräkna hur evakueringsöppningar ska anordnas i denna yta på ett optimalt sätt i jämförelse med anordnande av dylika öppningar i en del som är utförd som en rak cylinder med i huvudsak cirkulärt tvärsnitt.

Mängden vätska i den avskilda gasen kan ytterligare minimeras genom att anordna en separat övre del instickande i mellandelen på ett sådant sätt att dess inlopp är anordnat nedstöms evakueringsöppningarna i mellandelen. Genom att anordna inloppet till den övre delen nedströms evakueringsöppningarna säkerställs att vätskefilmens tjocklek kraftigt reducerats så att vätskefilmens inre yta inte riskerar att komma i kontakt med inloppet till den övre delen.

Ytterligare en fördel med att utforma mellandelen som en i huvudsak rak cirkulär cylindrisk del är att utloppets tvärsnitt i den övre delen ökas. Det förstörade gasutströmningstvärsnittet innebär att tryckfallet över separatorn minskas i jämförelse med de kända separatorerna beskrivna under teknikens ståndpunkt.

Driftområdet för separatorn väljs lämpligen så att det är anordnat på ett optimalt sätt mellan de gränskurvor som kan beräknas för "carry-over"- respektive "carry-under"-värdena. Detta är möjligt genom att evakueringsöppningarnas storlek och placering i den cirkulär cylindriska delen kan anpassas och optimeras för aktuella gas- och vätskeflöden.

RITNINGSFIGURER

Uppfinningen ska nu förklaras närmare genom hänvisning till bifogade ritningsfigurer.

Figur 1 visar en separator med evakueringsöppningar i en konisk del beskriven under teknikens ståndpunkt.

Figur 2 visar en alternativ separator med evakueringsöppningar dels i en konisk del dels i en cirkulär cylindrisk

del. Även denna separator är beskriven under teknikens
ståndpunkt.

- 5 Figur 3 visar i ett längsgående tvärsnitt en separator enligt uppfinningen som utgörs av ett i huvudsak rakt cirkulär cylindriskt rör som är öppet i båda ändar där endast en cirkulär cylindrisk del är försedd med evakueringsöppningar.
- 10 Figur 4 visar en alternativ utföringsform av en separator med ett i strömningsriktningen ökande tvärsnitt. Med streckad kontur visas en alternativ utföringsform där den övre delen är utförd med ett i strömningsriktningen minskande tvärsnitt.
- 15 Figur 5 visar en utföringsform av en separator enligt uppfinningen som innefattar en övre del anordnad instucken i en cirkulär cylindrisk mellandel där den övre delen är utförd med ett i strömningsriktningen ökande
- 20 tvärsnitt.
- Figur 6 visar en utföringsform av en separator enligt uppfinningen som i en mellandel innefattar en konisk del och en övre del anordnad instucken i denna där den övre
- 25 delen är utförd med ett i strömningsriktningen ökande tvärsnitt. Med streckad kontur visas en alternativ utföringsform där den övre delen är utförd som ett rakt cirkulär cylindriskt rör.
- 30 Figur 7 visar en utföringsform av en separator enligt uppfinningen där ett i huvudsak rakt cirkulär cylindrisk hölje är anordnat att omsluta separatorn och tillsammans med denna bilda en ringformig spalt.
- 35 Figur 8 visar i en vy från ovan en utföringsform där flera grupper av separatorer är anordnade och där de

gruppvis är omslutna av ett hölje så att vardera höljet omsluter ett flertal separatorer.

Figur 9 visar i detalj en utföringsform av en skrapring
5 visad i figur 7.

UTFÖRINGSEXEMPEL

I figur 3 visas en separator 1 som innefattar ett i båda
10 ändar öppet rör som indelas i en nedre del a, en mellandel b och en övre del c.

Den nedre delen a är avsedd för inlopp och rotation av en tvåfasblandning. Ett blad 2 har till uppgift att sätta
15 den inkommande tvåfasblandningen i rotations- eller vridrörelse. Genom inverkan av en centrifugalkraft i den roterande tvåfasblandningen kommer vätskan i tvåfasblandningen att anligga mot insidan av mellandelens b vägg och bilda en distinkt, väl sammanhållen vätskefilm.

20 Mellandelen b är utformad för avskiljning av vätskan från gasen. För detta ändamål innefattar mellandelen b ett i huvudsak rakt cirkulär cylindriskt väggparti som är försett med ett flertal öppningar 3 genom vilka den avskilda vätskan evakueras. Väggpartiet med öppningarna 3 dimensioneras beroende av den typ av anläggning, t ex kärnreaktor, som den ska användas i. Det innebär t ex att mellandelen b förses med öppningar 3 av mindre sammanlagd area för anläggningar med stort gasflöde och med öppningar 3 av större sammanlagd area vid anläggningar med stort vätskeflöde.

Den övre delen c är avsedd för utlopp av den avskilda gasen. I figur 3 är både den övre delen c och mellandelen
35 b integrerade och utförda i samma rördel försedd med en i huvudsak rak cirkulär cylindrisk form.

I figur 3,4 och 7 indikeras vätskenivån utanför separatorn 1 med hänvisningssiffra 7. Primärutsläppet av den i separatorns 1 mellandel b avskilda vätskan förs således
5 ut i en nivå som är anordnad under vätskeytan 7.

Detta innebär att "carry-under"-nivån hålls nere då den utströmmande vätskan inte tillåts komma i kontakt med gasen över vätskeytan och inte heller rör om ytan så att gasbubblor bildas i denna.

10

I figur 5 visas en separator 1 som innefattar en separat övre del c som är anordnad instucken i mellandelen b. Genom att anordna den övre delen c för utlopp av den avskilda gasen instucken i mellandelen b säkerställs
15 ytterligare att den utmed separatorns 1 inre vägg strömmande vätskan skyddas från inverkan av den uppåt genom separatorn strömmande gasen. Åtminstone en del av vätskefilmen som är anordnad att täcka öppningarna 3 fortsätter nämligen att med hjälp av den avskilda gasen
20 strömma uppåt längs med den inre väggen i mellandelen b. Den övre delens c inlopp är anordnat på en nivå som är anordnad nedströms väggpartiet med evakueringsöppningarna 3. Genom anordnande av ett separat gasutlopp nedströms evakueringsöppningarna 3 kan den separerade gasen tas ut
25 ur separatorn 1 utan att, den på grund av primärutsläppet kraftigt reducerade, vätskefilmen evakueras med denna. Detta innebär att vätskan hindras att återfukta den avskilda gasen vilket i sin tur gör att "carry-over"-värdet ytterligare hållas nere.

30

Figur 6 visar en utföringsform av separatorn 1 i figur 5 där mellandelen b delvis är konisk. Den övre delen c är anordnad instucken i den koniska mellandelen b och utförd med ett i strömningsriktningen ökande tvärsnitt. Med
35 streckad kontur visas ytterligare en alternativ

utföringsform av den övre delen c, närmare bestämt en övre del c med cirkulär cylindrisk form.

I figur 7 visas en alternativ utföringsform av en separator 1 där ett hölje 4 är anordnat att omsluta åtminstone mellandelen b. Mellan höljet 4 och mellandelen b bildas en ringformig spalt 5 för returpassage av den genom evakueringsöppningarna 3 avskilda vätskan. Anordnande av ett yttre hölje 4 på detta sätt medger en minskad risk för att intill anordnade separatorer 1 stör evakueringen av vätska från den aktuella separatorn 1. Det är också möjligt att låta höljet 4 omsluta en grupp om ett flertal separatorer 1 så som visas i figur 8. I detta fall ges höljet 4 ett tvärsnitt med en godtycklig form för anpassning till gruppen av separatorer 1. I figur 8 visas ett flertal grupper där vardera gruppen innefattar fem separatorer 1 anordnade i t ex övre delen av en kärnreaktor 10.

I figur 7 visas vidare att den övre delen c av separatorn 1 är försedd med så kallade skrapringar 6. Skrapringarna 6 är anordnade för sekundär avskiljning av vätska som passerar med gasen förbi primäravskiljningen, dvs evakueringsöppningarna 3. Skrapringarna 6, som mera i detalj visas i figur 9, är således anordnade att skrapa av och evakuera den vätska som avskiljs från gasen nedströms evakueringsöppningarna 3. Skrapringarna 6 är av konventionell typ och är anordnade att minska mängden vätska som följer med gasen ut, dvs att hålla nere det under teknikens ståndpunkt definierade "carry-over"-värdet.

Självfallet kan de olika visade utföringsformerna av mellandelar b, övre delar c, höljen 4 och skrapringar 6 kombineras på en mängd olika, icke visade, sätt.

1. Separator (1) för avskiljande av vätska från en blandning av gas och vätska, separatorn innefattar ett i båda ändar öppet rör som är indelat i en nedre del (a), en mellandel (b) och en övre del (c), den nedre delen (a) innefattar organ (2) för åstadkommande av rotation i blandningen, mellandelen innefattar öppningar (3) för utlopp av den från den roterande blandningen avskilda vätskan, den övre delen (c) innefattar ett utlopp, kännetecknad av att mellandelen (b) är indelad i en första och en andra och en tredje del anordnade efter varandra och att den första och den tredje delen är utförda med täta väggar, den andra delen är utförd med ett cirkulärcylindriskt tvärsnitt och av att öppningarna (3) är anordnade i den andra delen.
2. Separator (1) enligt patentkrav 1, kännetecknad av att mellandelen (b) och den övre delen (c) är integrerade och utförda som en i huvudsak rak cirkulär cylinder.
3. Separator (1) enligt patentkrav 1, kännetecknad av att den övre delen (c) är utförd som en separat del anordnad delvis instucken i mellandelen (b) så att inloppet till den övre delen (c) är anordnad helt eller delvis nedströms det med öppningarna (3) försedda väggpartiet.
4. Separator (1) enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att den är omsluten av ett hölje (4) på ett sådant sätt att mellan höljet (4) och mellandelen (b) bildas en ringformig spalt (5).
5. Separator (1) enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att en grupp innefattande ett flertal separatorer (1) är anordnad omsluten av ett hölje (4).
6. Separator (1) enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att den övre delen (c) är utförd som en

rak cirkulär cylindrar eller med ett i strömningsriktningen ökande eller minskande tvärsnitt.

- 5 7. Separator (1) enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att den övre delen (c) är utförd med åtminstone en skrapring (6).

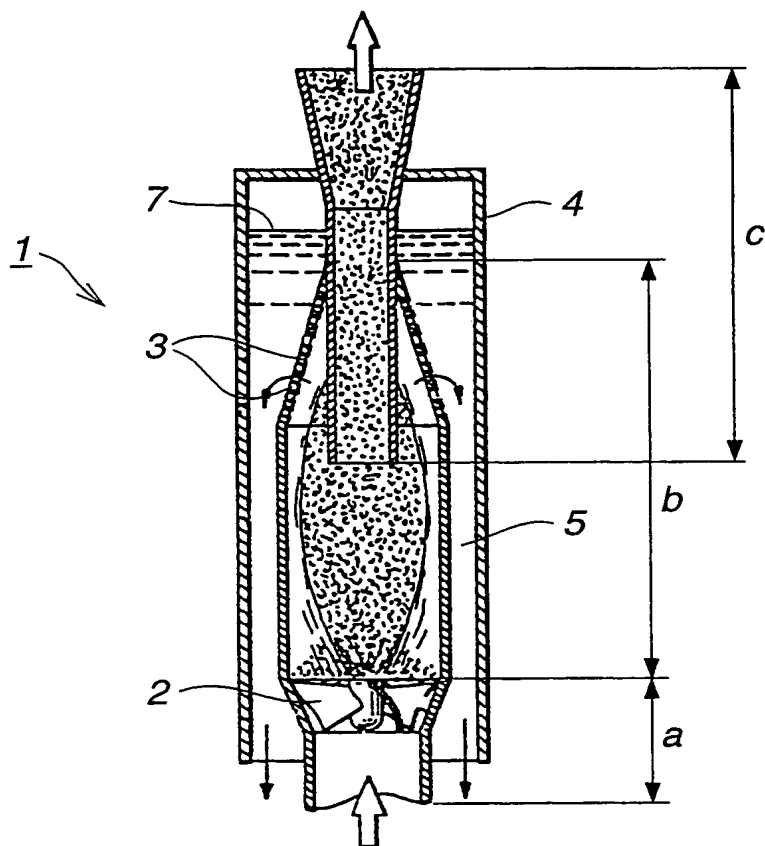


Fig. 1
(känd teknik)

This Page Blank (uspic,

2/5

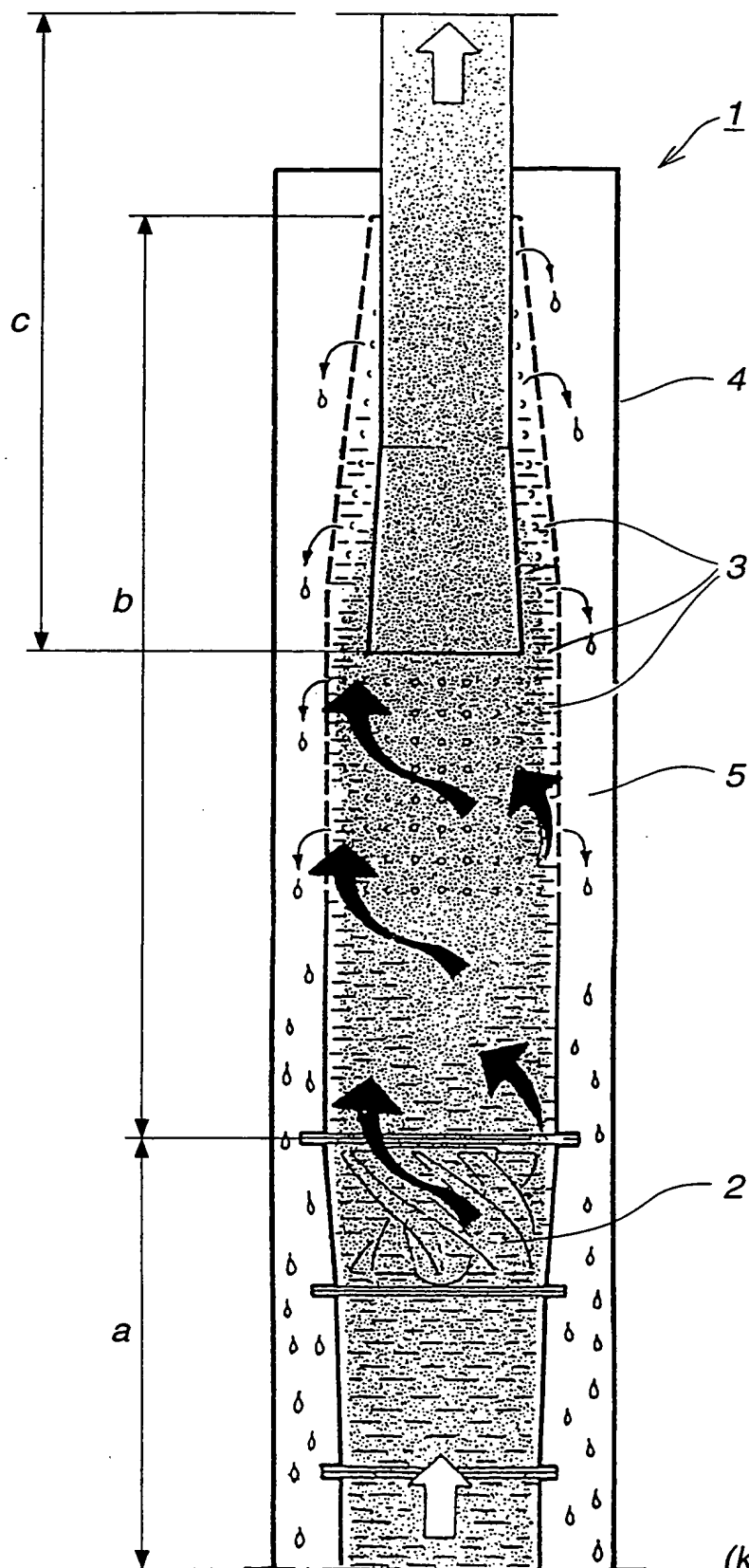


Fig. 2
(känd teknik)

This Page Blank (except)

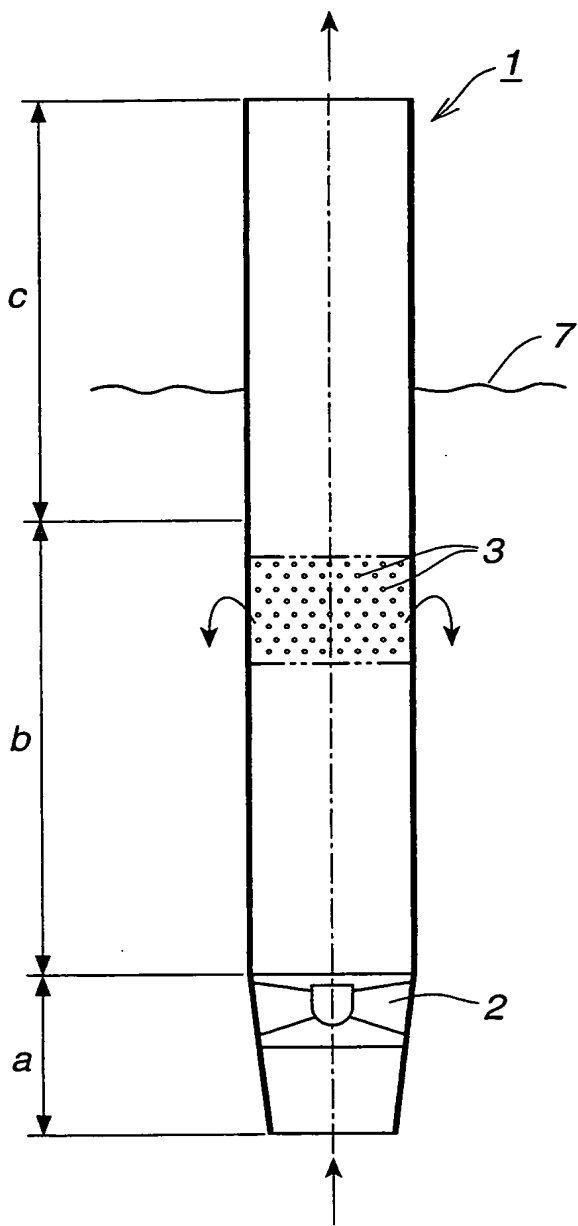


Fig. 3

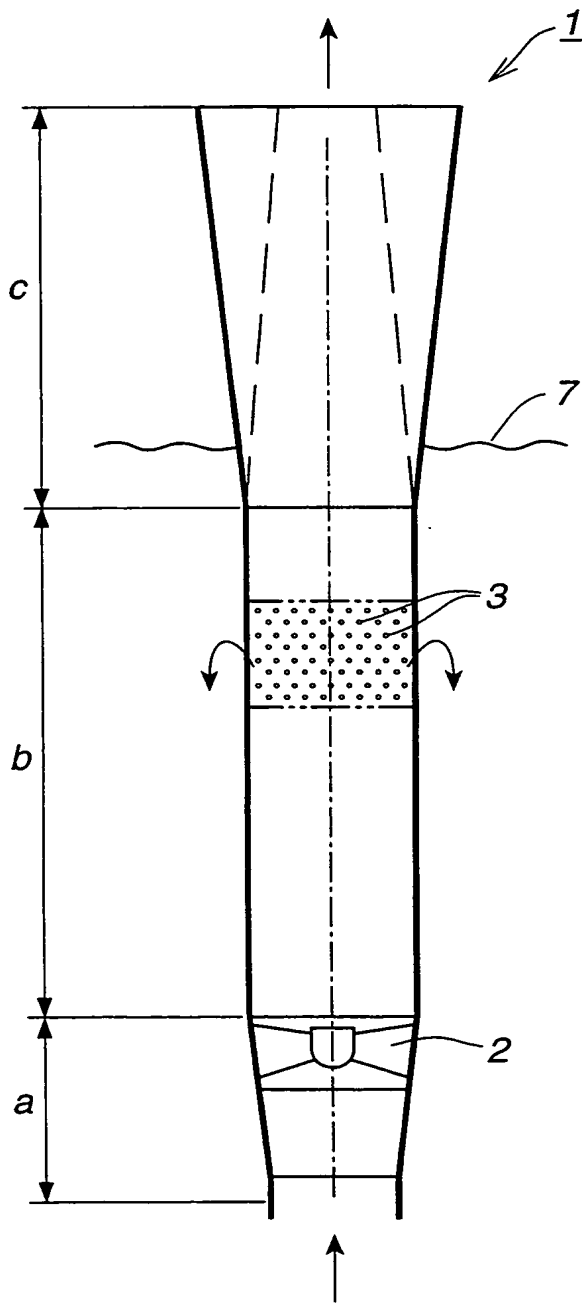


Fig. 4

This Page Blank (uspto)

4/5

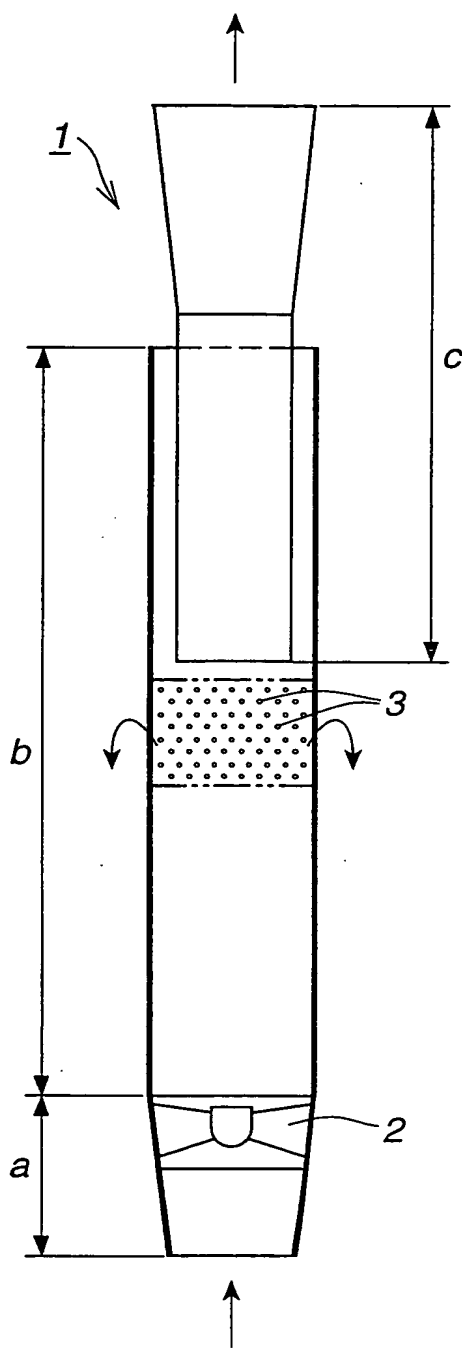


Fig. 5

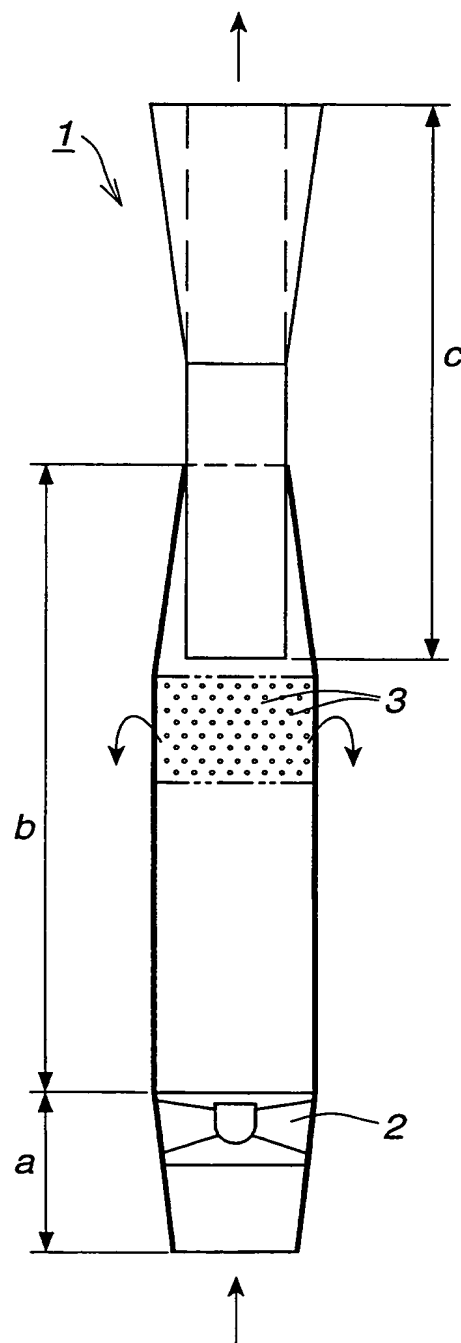


Fig. 6

Page Blank (uspi)

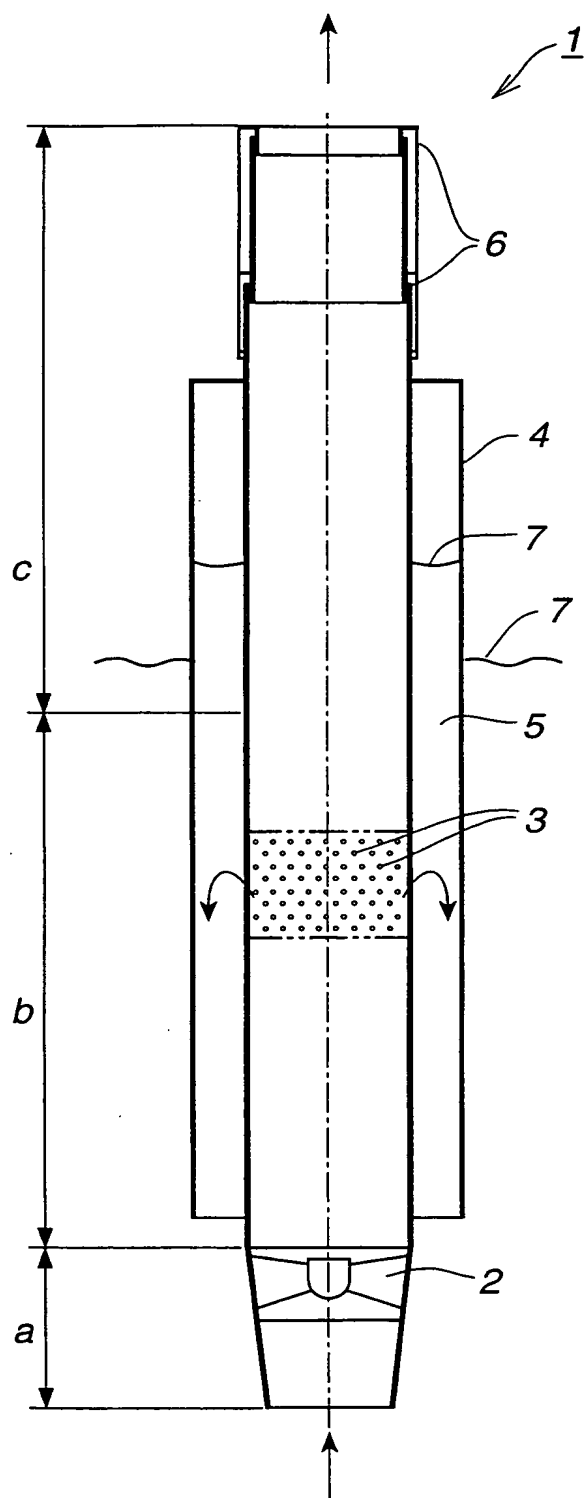


Fig. 7

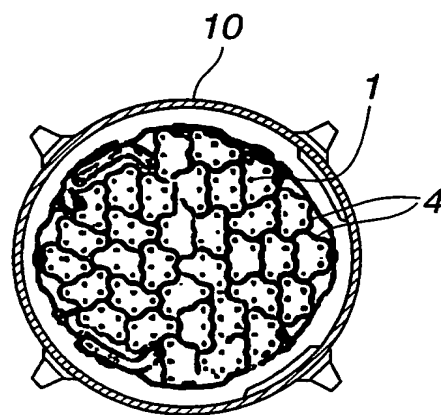


FIG. 8

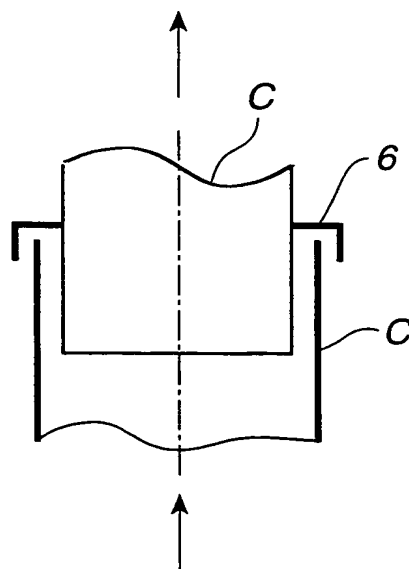


FIG. 9

Page Blank (uspto)